

## ROYAUME DE BELGIQUE



SERVICE DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
BREVET D'INVENTION  
N° 561245

demande déposée le 1 octobre 1957 à 10 h. ;  
brevet octroyé le 31 octobre 1957.

A. HUET, résidant à PARIS.  
(Mandataire : Office DESGUIN).

TUBE A SURFACE D'ECHANGE D'INTENSITE VARIABLE.

(ayant fait l'objet de demandes de brevet déposées en France les 21 novembre 1956 et 5 juillet 1957 -(addition) - déclaration du déposant).

Les tubes ordinairement utilisés dans les échangeurs de chaleur, qu'ils soient lisses, ou ailetés, ont généralement la même constitution de bout en bout, et, par conséquent, présentent une surface d'échange de chaleur à peu près constante par unité de longueur, sur toute leur longueur. Or, dans les échangeurs de chaleur entre fluides, où l'un des fluides circule par exemple à l'intérieur des tubes et l'autre, à l'extérieur, ou encore dans les absorbeurs de chaleur où un fluide circulant à l'extérieur des tubes doit enle-

ver de la chaleur émise à température constante ou variable à l'intérieur du tube, le rapport des températures entre les fluides, ou la quantité de chaleur échangée ou absorbée ne sont pas les mêmes à l'entrée et à la sortie du tube, du simple fait, par exemple, que le fluide extérieur au tube s'échauffe . Dans ces conditions, l'échange de chaleur par unité de longueur se trouve généralement décroître de l'entrée à la sortie du tube . En vue de maintenir cet échange de chaleur plus constant par unité de longueur ou le faire varier suivant toute autre loi fixée à l'avance, le Demandeur a imaginé de réaliser un tube dont la surface d'échange par unité de longueur soit variable le long du tube ( la surface d'échange augmentant par exemple de l'entrée à la sortie ) et dont la fabrication puisse être effectuée de façon commode et économique .

A cet effet, le tube à surface d'échange variable par unité de longueur, objet de l'invention est en principe constitué par un tube ordinaire sur la surface duquel sont soudées, ou fixées par tout autre moyen des ailettes longitudinales, ou transversales, ou hélicoïdales réalisées par des fils métalliques enroulés en spires cylindriques puis aplatis ou encore ondulés en sinusoïde plane, la densité des spires, ou la longueur d'onde des ondulation du fil variant tout le long du tube de manière à modifier la surface d'échange, conformément au résultat que l'on veut obtenir .

On peut aussi réaliser les ailettes, de préférence longitudinales du tube, par des bandes de feuillard, plissées ou ondulées de façon plus ou moins serrée sur un de leurs bords, l'autre bord, sensiblement rectiligne,

étant soudé ou fixé par tout moyen sur le tube lisse .

Les ailettes longitudinales planes ou ondulées, utilisées sur le tube peuvent aussi varier de hauteur, soit d'une façon continue, soit au contraire de façon discontinue en escalier, pour réaliser une surface d'échange variable le long du tube .

D'autre part, ainsi que le Demandeur l'a lui-même déjà proposé pour des tubes à nombre d'ailettes variables, le tube peut être constitué par plusieurs tronçons de tube dont les ailettes ont la même forme et disposition pour chaque tronçon, mais différent d'un tronçon au tronçon suivant en ce qui concerne la hauteur, comme en ce qui concerne leur nombre, et leurs ondulations .

D'autre part, le tube, au lieu d'avoir une section circulaire constante de bout en bout, peut avoir une section variable, et présenter par exemple en coupe longitudinale, une forme conique au lieu d'une forme cylindrique.

Les ailettes de forme et nombre différents disposées à l'extérieur du tube, peuvent également se prolonger à l'intérieur de ce tube, de manière à se trouver noyées dans le corps émettant la chaleur, ce qui assure une meilleure transmission de cette chaleur au tube et éventuellement à ses ailettes extérieures .

Le tube peut présenter une combinaison d'ailettes extérieures et intérieures, ou des ailettes intérieures seulement .

La description qui va suivre, en regard des dessins annexés donnés à titre d'exemple, fera mieux comprendre la façon dont l'invention peut être réalisée .

Les figures 1 et 2 représentent deux modes

de réalisation du fil métallique utilisé pour la fabrication des ailettes .

La fig.3 représente en coupe longitudinale un tube pourvu des ailettes objet de l'invention .

La fig.4 est une vue en bout du tube de la fig.3 .

La figure 5 représente en perspective une variante de réalisation d'un tube à ailettes transversales .

La figure 6 est relative à une autre variante du tube de la figure 5 .

La figure 7 représente en perspective une bande de feuillard pouvant être utilisée comme ailette .

La figure 8 montre en perspective un tube équipé avec deux ailettes telles que celles de la fig.7 .

La figure 9 est une coupe longitudinale d'un tube à ailettes de hauteurs décroissantes .

Les figures 10 et 11 sont des coupes par II-II et III-III de la fig.9 .

Les figures 12 et 13 sont deux coupes longitudinales de deux variantes de réalisation :

La figure 14 représente en perspective une variante d'une portion de tube avec ailettes internes .

Pour constituer les ailettes du tube à surface d'échange variable, objet de l'invention, on peut partir d'un fil métallique b, enroulé en spires a circulaires et coaxiales, par exemple sur un cylindre, et dont on étire ensuite les spires comme on le voit sur la figure 1, de manière à obtenir un écart, progressivement croissant de A, en B, entre les spires successives a . Ces spires a peuvent être ensuite aplaties, de manière que l'ensemble puisse se présenter dans un même plan .

Cette réalisation rappelle celle qui est

utilisée par le génie militaire pour constituer, à partir du fil de fer enroulé circulairement, des chevaux de frise que l'on obtient par écartement du paluet de spires circulaires de fil de fer .

On peut également adopter un autre mode de réalisation dans lequel le fil c ( fig.2) est simplement ondulé d'une façon sinusoïdale, avec une augmentation progressive de A en B de l'intervalle entre les branches de la sinusoïde .

Les ailettes ainsi réalisées sont ensuite soudées par points, ou brasées ou fixées par tout autre moyen, par exemple suivant des génératrices du tube d comme on le voit fig.3 et 4 . On a représenté huit de ces ailettes autour du tube d . La densité de chaque ailette croît comme on le voit de B en A, et, par conséquent, la surface d'échange thermique du tube d va en croissant de B en A . S'il s'agit d'un absorbeur de chaleur, dans lequel le tube d contient un corps émettant de la chaleur que doit emporter un fluide circulant extérieurement, dans le sens de la flèche F, ce fluide s'échauffe de B en A, mais la surface d'échange du tube et de ses ailettes augmentant, du fait de la densité plus grande des ailettes, il en résultera que l'échange ou l'absorption de température par le fluide F, bien que ce dernier devienne plus chaud, pourra être maintenu plus constant, de l'entrée à la sortie du tube, ou varier suivant toute loi fixée à l'avance .

L'invention n'est pas limitée à la réalisation d'ailettes longitudinales, mais s'étend aussi au cas d'ailettes transversales . Les spires de fil a , telles que représentées sur la fig.1, au lieu d'être fixées

suivant des génératrices du tube, peuvent être enroulées autour dudit tube, en hélice comme on le voit fig.5 . Il est alors possible d'adopter pour l'hélice, un pas variable et éventuellement de la combiner avec une densité plus ou moins grande des spires aplaties a, pour obtenir l'effet souhaité .

Dans la variante représentée fig.6, les spires de fil a sont enroulées circulairement autour du tube d pour constituer des ailettes transversales, et une portion de fil rectiligne e permet de passer d'une ailette f à la suivante g . La soudure ou la fixation sur le tube d est de préférence exercée à l'aide de la partie rectiligne e qui se trouve entre deux ailettes consécutives f et g . Là encore, le pas, comme on le voit sur la figure, ou plutôt la distance qui sépare deux ailettes consécutives f et g , peut aller en croissant ou en décroissant tout le long du tube, de même que la densité des spires a .

Enfin, on peut utiliser, au lieu des ailettes en fil métallique, des bandes de feuilard h , qui sont plissées ou ondulées comme on le voit sur la fig.7, sur un de leurs bords, le plissement ou l'ondulation étant plus dense à une extrémité de la bande qu'à l'autre . L'autre bord de la bande h , qui reste sensiblement rectiligne peut être fixé sur la génératrice du tube d , comme on le voit fig.8, et l'on réalise ainsi un tube dont les ailettes longitudinales h offrent une surface d'échange plus grande à une des extrémités du tube qu'à l'autre, ce qui conduit là encore à l'effet désiré .

La soudure des ailettes en fil métallique sur les tubes peut avoir lieu par points de soudure, ou par

brasure dans un four à atmosphère neutre, ou encore par dépôt métallique au pistolet aux lignes de jonction du fil et du tube .

Ainsi qu'on le voit sur la fig.9 , le tube  $\underline{d}$  peut être équipé d'ailettes longitudinales diamétrales  $\underline{h}$  dont la hauteur A B va en décroissant, de manière continue, depuis une extrémité du tube jusqu'à l'autre .

Les coupes par II-II et III-III montrent la décroissance de la hauteur des ailettes . La surface d'échange de chaleur du tube  $\underline{d}$  peut être ainsi adaptée le long du tube aux variations de températures des corps entre lesquels a lieu l'échange de chaleur . La hauteur des ailettes peut varier selon toute loi voulue d'échange de chaleur .

Le tube  $\underline{d}$  peut être sectionné, comme on le voit fig.12, en tronçons de tubes  $\underline{d}^1$  ,  $\underline{d}^2$  ,  $\underline{d}^3$  ,  $\underline{d}^4$  ... de même diamètre, chaque tronçon de tube étant pourvu d'ailettes de même hauteur, mais la hauteur des ailettes  $\underline{h}^1$  ,  $\underline{h}^2$  ,  $\underline{h}^3$  ... allant en décroissant en passant d'un tronçon au suivant . On a ainsi une courbe en escalier pour le profil des ailettes sur la coupe longitudinale . Le nombre des ailettes , et éventuellement leurs ondulations peuvent également varier, d'un tronçon de tube à l'autre, suivant toute loi d'échange de température à laquelle on désire satisfaire .

Le tube lui-même  $\underline{d}$  , au lieu d'être de forme cylindrique peut recevoir une forme conique, comme représenté fig.13, en  $\underline{i}$  . Cette forme permet , par exemple, de faire varier la section du corps émettant la chaleur, et situé à l'intérieur de la gaine  $\underline{i}$  , suivant la position de



la section sur la longueur de la gaine . Les ailettes h , prévues sur la gaine i peuvent, comme dans le cas précédent, être de hauteur variable sur toute la longueur de la gaine, soit de façon continue, soit de façon discontinue, quand on utilise plusieurs tronçons de tubes pour réaliser le tube i . On a représenté fig.13 en traits ponctués la forme discontinue.

Il est prévu, que les ailettes externes h peuvent aussi se prolonger à l'intérieur du tube en k , comme représenté en perspective sur la fig.14 . De la sorte, la chaleur émise à l'intérieur du tube est transmise directement aux ailettes, et le rendement du tube en est amélioré. Si le corps émetteur de chaleur est un corps solide à l'intérieur du tube d , les dilatations de ce corps et du métal constituant la gaine ailetée, n'étant pas forcément les mêmes, il peut se produire des décollements des ailettes internes à l'intérieur du corps solide, et c'est pourquoi, quand des ondulations sont prévues sur les ailettes h, comme représenté fig.14 , ces ondulations peuvent se retrouver à l'intérieur du tube, de manière que les contacts soient toujours établis entre le corps émettant de la chaleur et le métal des ailettes internes . De même, les hauteurs différentes des ailettes h peuvent également correspondre à des hauteurs différentes pour les ailettes internes k .

Il est prévu que les ailettes peuvent être prévues seulement à l'intérieur du tube . Quand elles sont prises en combinaison avec des ailettes externes, elles ne sont pas forcément dans le prolongement des ailettes internes .

Il va de soi que des modifications de détail peuvent être apportées à la réalisation de cette invention sans pour cela sortir de son cadre .

REVENDICATIONS

- 1°) Tube pour échangeur de chaleur caractérisé en ce que le tube présente une surface d'échange qui varie sur différents points de sa longueur, de manière à assurer un échange de chaleur autant que possible constant, ou suivant toute autre loi fixée à l'avance, par unité de longueur du tube, malgré les variations de température du ou des fluides qui parcourent intérieurement ou baignent extérieurement le tube .
- 2°) Tube comme spécifié sous 1°) caractérisé en ce que la surface d'échange variable du tube par unité de longueur résulte d'une densité plus ou moins grande d'ailettes longitudinales, ou transversales, ou hélicoïdales, fixées sur le tube par tout moyen convenable .
- 3°) Tube comme spécifié sous 1°) et 2°) caractérisé en ce que le tube comporte un fil métallique ondulé en forme de sinusoïde à intervalles de spires progressivement variables pour constituer des sortes d'ailettes longitudinales de surface d'échange variable le long du tube .
- 4°) Variante de réalisation spécifiée aux paragraphes précédents caractérisée en ce que des spires de fil métallique primitivement co-axiales puis écartées et aplaties pour être amenées dans un même plan sont enroulées en forme d'hélices autour du tube pour constituer des surfaces transversales .
- 5°) Variante du tube spécifié au paragraphe précédent caractérisée en ce que les spires de fil métallique sont enroulées suivant des sections droites du tube et raccordées par des portions de fil rectiligne, l'intervalle entre deux sections droites variant progressivement le long du tube en combinaison ou non avec la densité des spires de fil constituant les ailettes du tube .

6°) Variante du tube spécifié aux paragraphes précédents caractérisée en ce que le tube présente des bandes de feuillard plissées ou ondulées suivant des pas variables le long d'un des bords de la bande dont l'autre bord est soudé suivant une génératrice du tube de manière à constituer une ailette longitudinale avec densité de métal variable ou ondulations d'importances variables le long de la génératrice du tube .

7°) Tube d'échangeur de chaleur à surface comme spécifié sous 1°) et 2°) , caractérisé en ce que des ailettes diamétrales, planes ou ondulées, dont le nombre et la densité peuvent varier sur toute la longueur du tube, ont des hauteurs différentes tout le long du tube, soit de façon continue, soit de façon discontinue .

8°) Tube comme spécifié sous 7°) caractérisé par plusieurs tronçons de tube présentant chacun des ailettes dont la hauteur peut différer d'un tronçon au tronçon suivant, de même que leur nombre et les ondulations éventuelles prévues sur lesdites ailettes .

9°) Tube comme spécifié sous 7°) caractérisé en ce que le tube est de section circulaire variable, de manière que varie la section du corps émettant la chaleur à l'intérieur du tube, et suivant l'emplacement de ladite section le long du tube .

10°) Tube comme spécifié sous 7°) , caractérisé par la disposition d'ailettes à l'intérieur du tube seulement, ou encore en combinaison avec des ailettes extérieures .

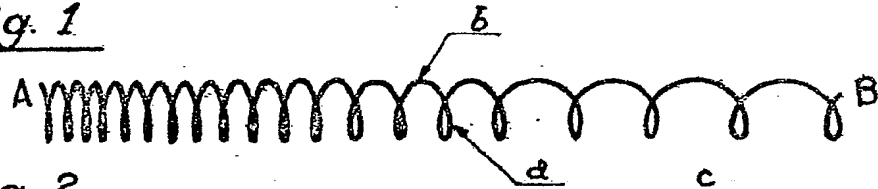
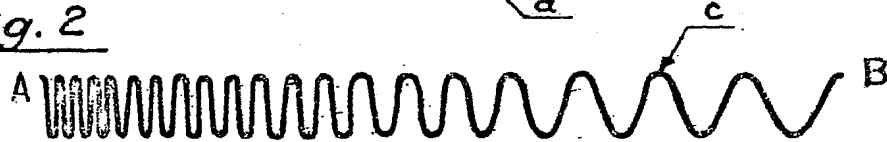
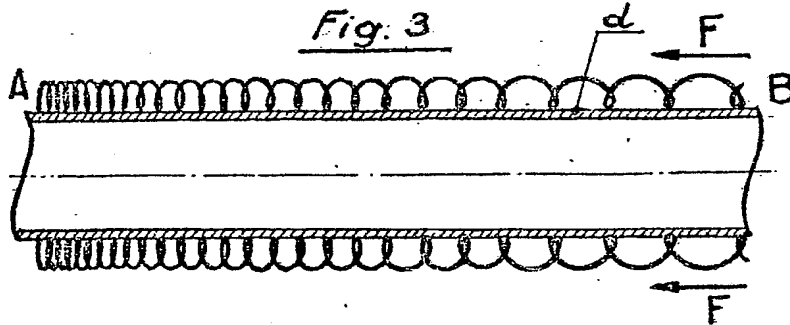
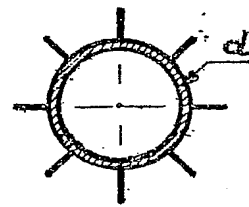
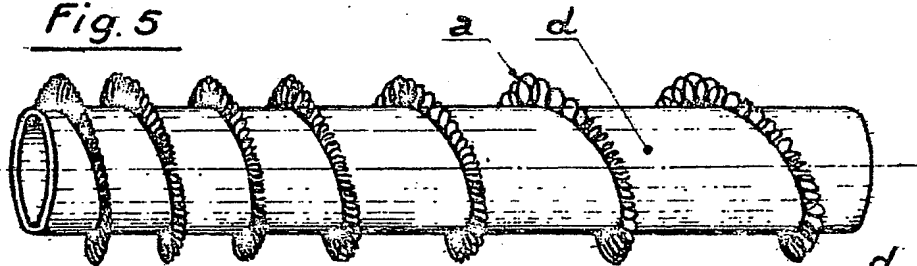
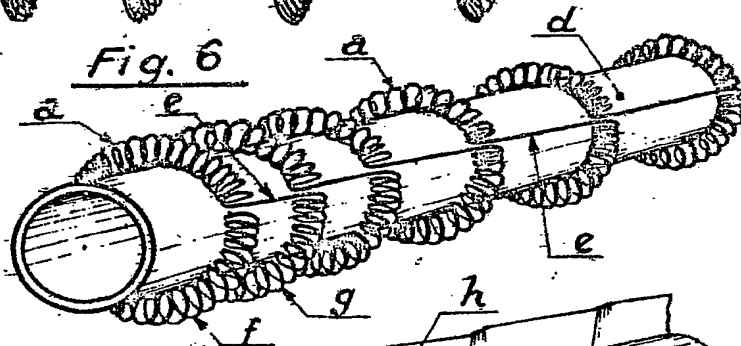
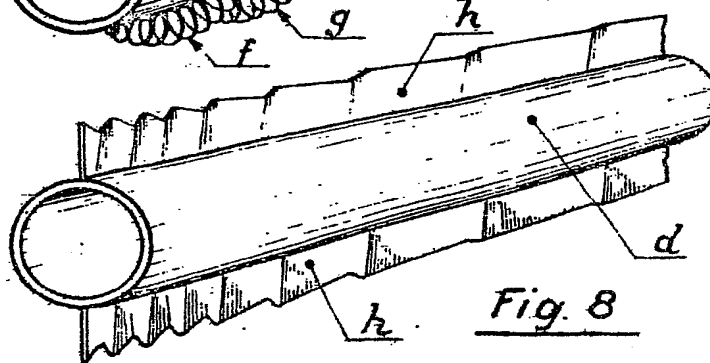
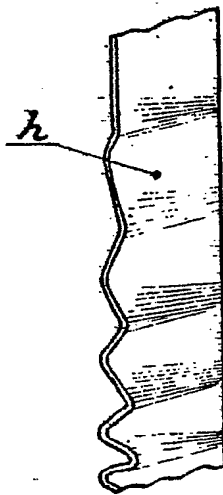
Fig. 1Fig. 2Fig. 3Fig. 4Fig. 5Fig. 6Fig. 7Fig. 8

Fig. 9

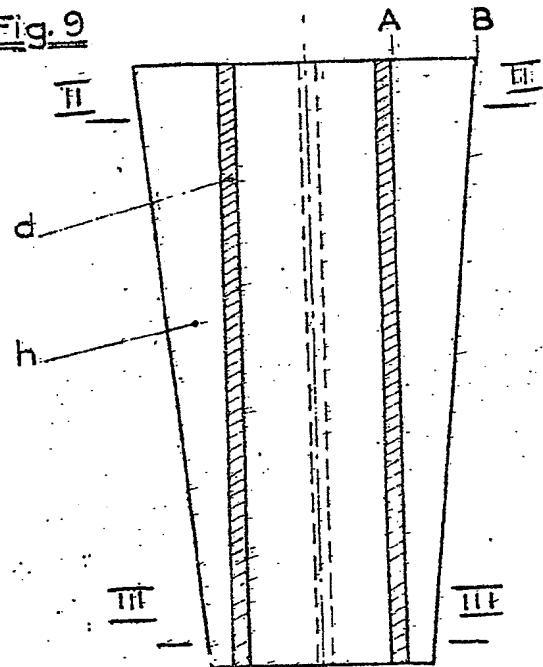


Fig. 10

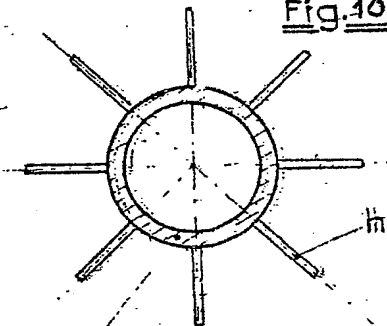


Fig. 11

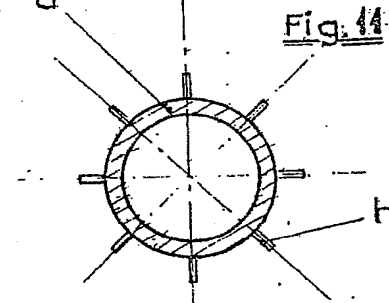


Fig. 12

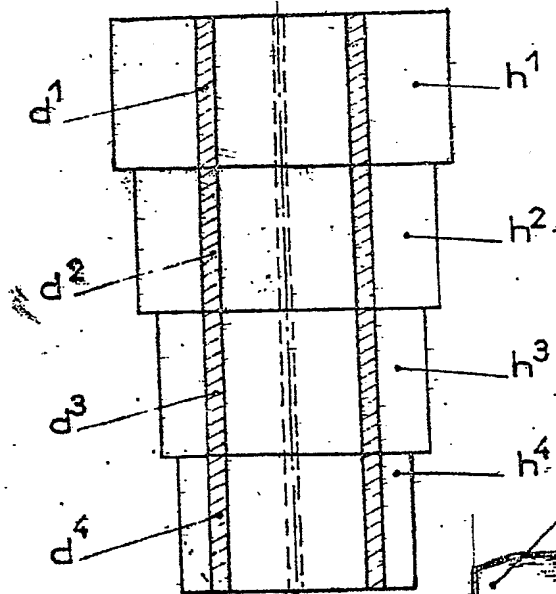


Fig. 13

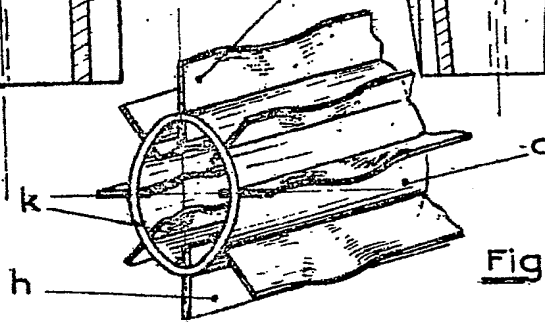
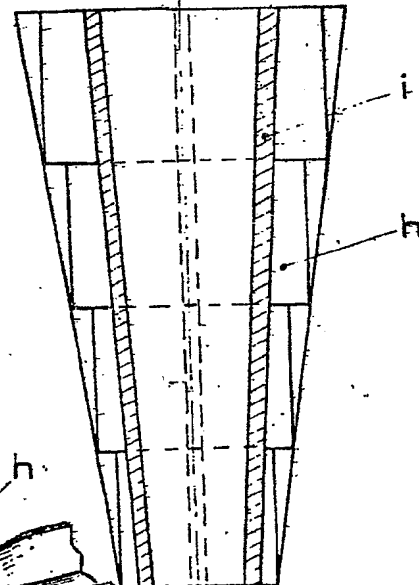


Fig. 14

**KINGDOM OF BELGIUM**

**INDUSTRIAL PROPERTY DEPARTMENT**

**PATENT FOR AN INVENTION**

**No. 561245**

application filed on 1 October 1957 at 10.00.;  
patent granted on 31 October 1957.

A. HUET, residing in PARIS.  
(representative: Office DESGUIN).

TUBE WITH AN EXCHANGE SURFACE OF VARIABLE INTENSITY

(having been the object of a patent application filed in France on 21 November 1956 and 5 July 1957 - (addition) - as declared by the applicant).

PRINTED and PUBLISHED on 20 MAY 1960.

PRICE : 20 Fr.

The tubes ordinarily used in heat exchangers, whether they be smooth or finned, are generally of the same design end to end and, as a result, afford a heat exchange surface that is more or less constant per unit of length across their entire length. In heat exchangers operating with two fluids where one of the fluids circulates inside the tubes and the other outside for example, or alternatively in heat absorbers where a fluid circulating outside the tubes must remove the

- 2 -

emitted heat from inside the tube at a constant or variable temperature, the ratio of temperatures between the fluids or the quantity of heat exchanged or absorbed are not the same at the inlet and outlet of the tube, due to the simple fact that the fluid outside the tube heats up for example. Under these conditions, the exchange of heat per unit of length generally decreases from the inlet to the outlet of the tube. In order to keep this heat exchange more constant per unit of length or to vary it on the basis of any other law determined in advance, the Applicant thought of making a tube, the exchange surface of which may be varied per unit of length along the tube (for example so that the exchange surface becomes bigger from the inlet to the outlet), and which can be manufactured easily and economically.

To this end, the tube proposed by the invention with a variable exchange surface per unit of length essentially comprises an ordinary tube, to the surface of which are welded or secured in some other way longitudinal, transverse or helical fins made from metal wires wound in cylindrical turns and then flattened or alternatively corrugated in the sinusoidal plane, the density of the turns or the wavelength of the corrugation in the wire varying along the tube in order to modify the exchange surface depending on the desired result.

The fins of the tube, preferably longitudinal, may also be made from strips of hoop iron, folded or corrugated to a tighter or less tight degree at one of their edges, the other edge extending in an essentially straight line, being welded



to or secured to the smooth tube by any means.

The flat or corrugated longitudinal fins used on the tube may also vary in height, either continuously or else discontinuously in steps, to obtain an exchange surface which can be varied along the tube.

Alternatively, as the Applicant has already proposed in the case of tubes with a number of variable fins, the tube may be made up of several tube lengths, the fins of which are of the same shape and disposition for each length but differ from one length to the subsequent length in terms of height, as well as their number and their corrugations.

Alternatively, instead of having a constant circular section from end to end, the tube may have a variable section and may be of a conical rather than cylindrical shape in longitudinal section, for example.

The fins disposed on the exterior of the tube, of different shapes and number, may also extend into the interior of this tube so that they are embedded in the body emitting heat, which ensures better transmission of this heat to the tube and optionally to its external fins.

The tube may have a combination of external and internal fins or internal fins only.

The description given below with reference to the appended drawings provided by way of example will provide a clearer understanding of how the invention may be implemented.

Figures 1 and 2 illustrate two embodiments of the

metal wire used to make fins.

Fig. 3 is a longitudinal section showing a tube fitted with the fins proposed by the invention.

Fig. 4 shows an end-on view of the tube illustrated in Fig. 3.

Figure 5 is a perspective view of another embodiment of a tube with transverse fins.

Figure 6 shows another variant of the tube illustrated in Fig. 5.

Figure 7 is a perspective view of a strip of hoop iron which may be used as a fin.

Figure 8 is a perspective view of a tube fitted with two fins of the type illustrated in Fig. 7.

Figure 9 is a longitudinal section showing a tube with fins of decreasing heights.

Figures 10 and 11 show sections along II-II and III-III indicated in Fig. 9.

Figures 12 and 13 are two longitudinal sections showing another two embodiments.

Figure 14 is a perspective view showing a variant of a tube portion with internal fins.

The fins of the tube with a variable exchange surface proposed by the invention may be made starting from a metal wire b, wound in circular and coaxial turns a, for example on a cylinder, the turns of which are then stretched as illustrated in figure 1 to obtain a gap between the successive turns a which becomes progressively larger from A to B. These turns a may then be flattened so that the unit can be placed in a same plane.

- 5 -

This embodiment resembles that used in military engineering to make chevaux de frise from iron wire wound in a circle obtained by stretching open the pack of circular turns of iron wire.

It is also possible to opt for another embodiment in which the wire c (fig. 2) is simply corrugated to form a sinusoidal arrangement with a progressive increase in the space between the branches of the sinusoid from A to B.

Prepared in this manner, the fins are then spot welded or brazed or secured by any other means, for example along the generatrices of the tube d as illustrated in figs. 3 and 4. Eight of these fins are illustrated around the tube d. As may be seen, the density of each fin increases from B to A and, as a result, the heat exchange surface of the tube d becomes bigger from B to A. In the case of a heat absorber where the tube d contains a body emitting heat to be carried away in the direction of arrow F by an externally circulating fluid, this fluid becomes hotter from B to A but the exchange surface of the tube and its fins becomes larger due to the higher density of the fins, as a result of which the exchange or absorption of temperature by the fluid F can be kept more constant, even though the latter becomes hotter, from the inlet to the outlet of the tube or varied on the basis of any law determined in advance.

The invention is not restricted to the embodiment based on longitudinal fins but also includes transverse fins. Instead of being secured along the generatrices of the tube, the wire turns a, illustrated in fig. 1, may be wound in a helix

- 6 -

around said tube, as illustrated in fig.5. Using the helix, it is then possible to opt for a variable pitch and optionally combine it with a higher or lower density of flattened turns a in order to obtain the desired effect.

In the case of the embodiment illustrated in fig. 6, the wire turns a are wound circularly around the tube d to make transverse fins and a portion of wire e extending in a straight line provides a means of passing from one fin f to the next g. The straight part e disposed between two consecutive fins f and g is preferably used as a means for welding or securing to the tube d. Again, as may be seen from the drawing, the pitch or rather the distance separating two consecutive fins f and g may increase or decrease along the tube, as may the density of the turns a.

Finally, instead of fins of metal wire, it is also possible to use strips of hoop iron h, which are folded or corrugated at one of their edges as illustrated in fig. 7, the folds or corrugations being more dense at one end of the strip than at the other. The other edge of the strip h, which remains substantially straight, may be secured to the generatrix of the tube d, as illustrated in fig. 8, thereby obtaining a tube with longitudinal fins h affording a bigger exchange surface at one of the ends of the tube than at the other, which again leads to the desired effect.

The metal wire fins may be welded to the tubes by weld spots or by brazing in a furnace with a neutral atmosphere or alternatively by depositing metal from a gun along the seam lines of the wire and tube.

- 7 -

As may be seen from fig. 9, the tube  $\underline{d}$  may be fitted with diametrical longitudinal fins  $\underline{h}$ , the height A B of which continuously decreases from one end of the tube to the other.

The sections II-II and III-III illustrate the decrease in the height of the fins. The heat exchange surface of the tube  $\underline{d}$  may therefore be adapted to the variations in temperature of the bodies between which the heat exchange takes place along the tube. The height of the fins may vary in accordance with any desired law of heat exchange.

The tube  $\underline{d}$  may be cut into tube lengths  $\underline{d}^1, \underline{d}^2, \underline{d}^3, \underline{d}^4 \dots$  of the same diameter, as illustrated in fig. 12, each tube length being provided with fins of the same height but the height of the fins  $\underline{h}^1, \underline{h}^2, \underline{h}^3 \dots$  decreases from one length to the next. This results in a stepped curve for the profile of the fins along the longitudinal section. The number of fins and optionally their corrugations may also vary from one tube length to the next, in keeping with any desired heat exchange law.

Instead of having a cylindrical shape, the actual tube  $\underline{d}$  may also be of a conical shape as illustrated by  $\underline{i}$  in figure 13. This shape enables the section of the body emitting heat disposed inside the sheath  $\underline{i}$  to be varied, for example, depending on the position of the section along the length of the sheath. As with the previous case, the fins  $\underline{h}$  provided

on the sheath i may be of a variable height along the length of the sheath, either continuously or discontinuously, if several tube lengths are used to make up the tube i. The broken lines in fig. 13 illustrate the discontinuous shape.

The external fins h may also extend into the interior of the tube at k, as illustrated in the perspective view of fig. 14. Accordingly, the heat emitted inside the tube is transmitted directly to the fins, thereby improving the performance of the tube. If the body emitting heat is a solid body inside the tube d, the expansion of this body and of the metal constituting the finned sheath is not necessarily the same and the internal fins inside the solid body can separate, and it is for this reason that, if corrugations are provided in the fins h as illustrated in fig. 14, these corrugations may be disposed inside the tube so that contacts are always established between the body emitting the heat and the metal of the internal fins. Similarly, the different heights of the fins h may also match the different heights used for the internal fins k.

As proposed, the fins may be provided inside the tube only. If they are used in combination with external fins, they need not necessarily constitute an extension of the internal fins.

It goes without saying that modifications may be made to the design features of this invention without departing from its scope.

CLAIMS

- 1) Heat exchanger tube characterised in that the tube has a heat exchange surface which varies at different points of its length in order to provide an exchange of heat that is as constant as possible or based on any other law determined in advance per unit length of the tube in spite of the variations in temperature of the fluid or fluids circulating internally in the tube or surrounding it externally.
- 2) Tube as specified in 1), characterised in that the variable heat exchange surface of the tube per unit of length is a result of a higher or lower density of longitudinal or transverse or helical fins secured to the tube by any appropriate means.
- 3) Tube as specified in 1) and 2), characterised in that the tube has a corrugated metal wire in the shape of a sinusoid with turns spaced at progressively variable intervals forming fins of the longitudinal type with a variable heat exchange surface along the tube.
- 4) Variant of the embodiment specified in the preceding paragraphs, characterised in that the metal wire turns placed coaxially about a pitch circle and then stretched and flattened so as to be disposed in a same plane, are wound around the tube in the shape of helices to form transverse surfaces.
- 5) Variant of the tube specified in the preceding paragraph, characterised in that the metal wire turns are wound along cross-sections of the tube and connected by sections of straight wire, the fins of the tube formed by the gap between two cross-sections progressively varying along the

tube in combination or not with the density of the wire turns.

6) Variant of the tube specified in the preceding paragraphs, characterised in that the tube has strips of hoop iron folded or corrugated in variable pitches along one of the edges of the strip, the other edge of which is welded along a generatrix of the tube to form a longitudinal fin with a variable metal density or corrugations of variable sizes along the generatrix of the tube.

7) Heat exchange tube with a surface as specified in 1) and 2), characterised in that diametrical flat or corrugated fins, the number and density of which may vary along the length of the tube, are of different heights along the tube, either continuously or discontinuously.

8) Tube as specified in 7), characterised by several tube lengths, each having fins, the height of which may differ from one length to the next length, as may their number and, if they are provided, the corrugations in said fins.

9) Tube as specified in 7), characterised in that the tube is of a variable circular section so that the section of the body emitting heat inside the tube varies, and does so depending on the position of said length along the tube.

10) Tube as specified in 7), characterised by the disposition of fins inside the tube only or alternatively in combination with external fins.



Fig. 1

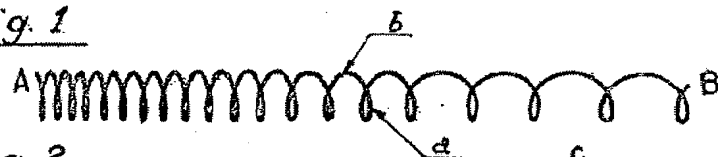


Fig. 2



Fig. 3

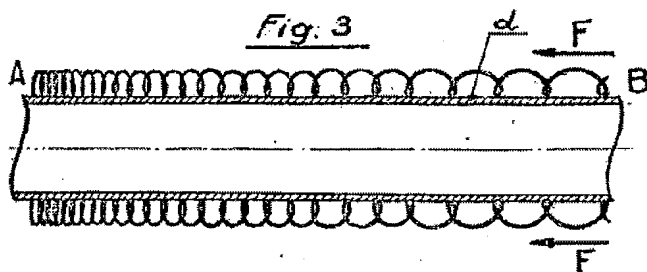


Fig. 4

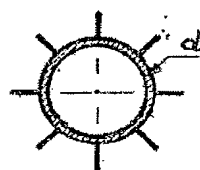


Fig. 5

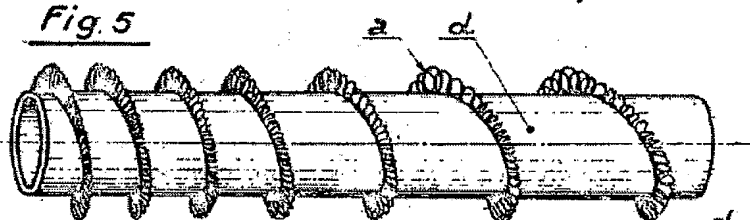


Fig. 6

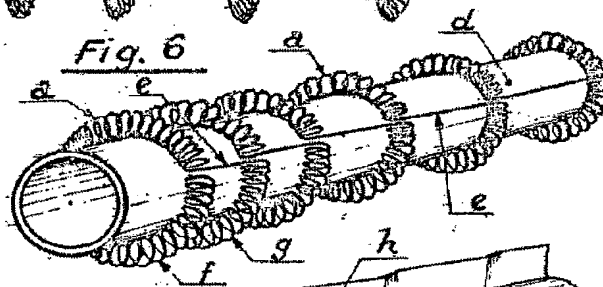


Fig. 7

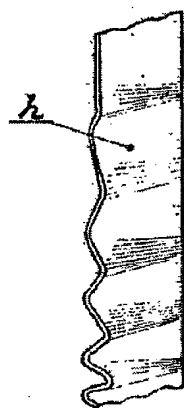


Fig. 8

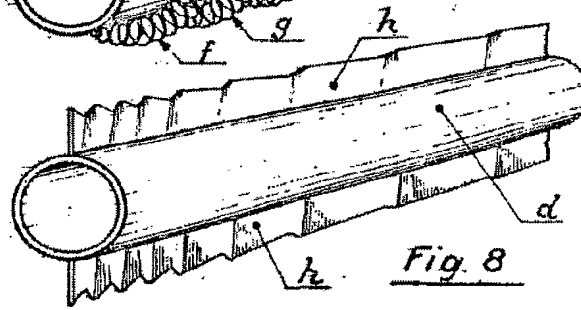


Fig. 9

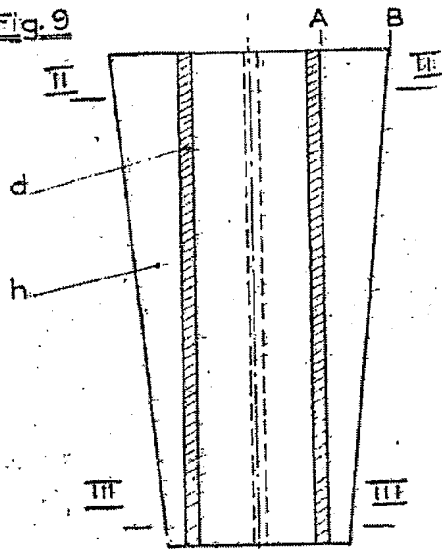


Fig. 10

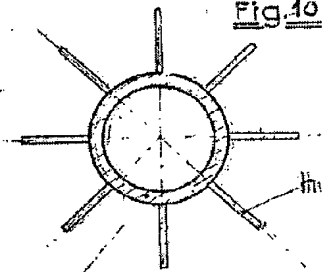


Fig. 11

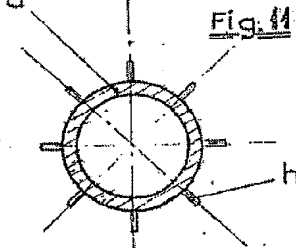


Fig. 12

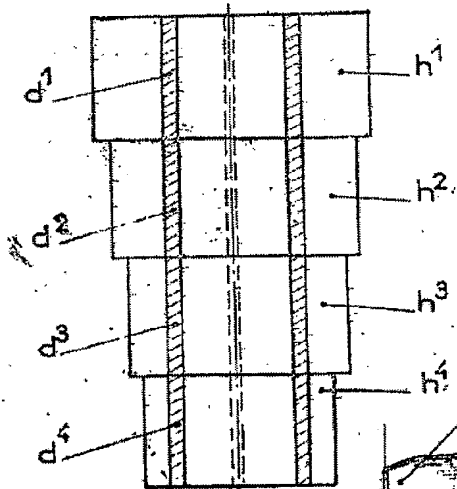


Fig. 13

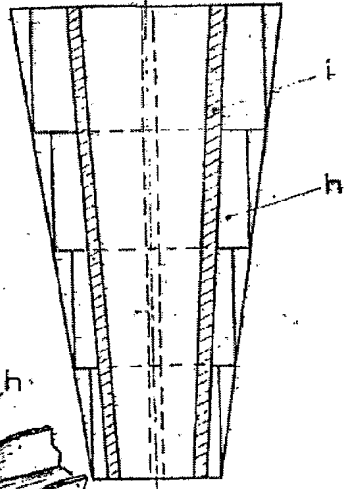


Fig. 14

